

Desarrollo de un simulador para la evaluación de algoritmos clásicos y nuevos para la gestión de recursos compartidos en sistemas distribuidos contemplando exclusión mutua

David L. La Red Martínez, Stella Maris Gerzel, Federico Agostini, Manuel Alejandro Ricardone, Cynthia Evelin Bruic, Hugo R. Haurech, Carlos Leandro M. Latyn

Universidad Nacional del Chaco Austral
Sáenz Peña, (3700), Argentina

laredmartinezdavid@uncaus.edu.ar, stellagerzel@uncaus.edu.ar, agostinifede@hotmail.com,
manuelricardone@uncaus.edu.ar, Cynthia.bruic@gmail.com, hugohaurech@gmail.com,
leandrolatyn@uncaus.edu.ar

Resumen

En los sistemas de procesamiento distribuido es necesario que los procesos que actúan en grupos deban tomar decisiones basados en acuerdos respecto del acceso a recursos; las decisiones pueden estar relacionadas con la realización de determinada actividad que requiera o no la sincronización de los procesos, es decir, que los procesos del grupo estén activos en los mismos lapsos en sus respectivos procesadores, requiriendo el uso de recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua mediante consensos estrictos o no. Así surge el siguiente interrogante: ¿Cuáles son los modelos de decisión y los operadores de agregación que habrá que generar incorporando la perspectiva cognitiva a los modelos clásicos para la toma de decisiones en la gestión de grupos de procesos, que trasciendan el enfoque tradicional de las ciencias de la computación, teniendo en cuenta la autorregulación? ¿Cómo se implementarán los algoritmos de los distintos modelos de decisión? ¿Cómo validar los nuevos algoritmos propuestos comparándolos entre sí y con los algoritmos tradicionales? Para ello habrá que desarrollar un simulador que implemente los algoritmos tradicionales y los nuevos propuestos y permita observar su comportamiento y resultados ante diferentes tipos de cargas de trabajo. Estas actividades se

desarrollan en el marco del PI N° 126, aprobado por Res. N° 011/20 CS de la UNCAus.

Palabras Clave: operadores de agregación, sistemas operativos, planificación de procesadores, simulador de planificación de procesos

Contexto

Debido a la proliferación de las redes de comunicaciones de datos es cada vez mayor la utilización de sistemas distribuidos en los cuales los distintos procesos compiten por el uso de recursos, muchos de ellos compartidos y accedidos en la modalidad de exclusión mutua para asegurar integridad de las estructuras de datos o debido a la naturaleza del recurso, lo cual impacta en el rendimiento al limitar el paralelismo. Esta problemática ha sido estudiada ampliamente y sus resultados constituyen los llamados modelos clásicos, entendiendo por tales al algoritmo centralizado, al algoritmo distribuido de Lamport, Ricart y Agrawala, al algoritmo de anillo de fichas, entre otros.

Las soluciones mencionadas precedentemente no tienen en cuenta una visión global del sistema distribuido ni del estado de los distintos nodos de procesamiento y

almacenamiento en particular, considerando las distintas variables que configuran su carga computacional.

Surge así la necesidad de generar nuevos “modelos de decisión” y “operadores de agregación” que incorporen la perspectiva cognitiva para la toma de decisiones en la gestión de grupos de procesos, teniendo en cuenta la autorregulación. Se debe validar los nuevos modelos generados comparándolos entre sí y con los tradicionales. Para ello se propone desarrollar un simulador que implemente los algoritmos tradicionales y los nuevos propuestos y permita observar su comportamiento y resultados ante diferentes tipos de cargas de trabajo.

La realización del simulador mencionado por sí solo constituiría un aporte importante para la enseñanza de los sistemas operativos, especialmente los sistemas distribuidos, en tanto que los nuevos modelos de decisión y los algoritmos y operadores de agregación que los integren podrían constituir un significativo aporte al mejoramiento del rendimiento global de los sistemas distribuidos en los cuales se comparten recursos, muchos de ellos en la modalidad de exclusión mutua distribuida.

Introducción

En los sistemas informáticos, muchos de ellos distribuidos, en los cuales existen múltiples procesos que cooperan para el logro de una determinada función, es necesario disponer de modelos de decisión que permitan a los procesos intervinientes en los distintos grupos de procesos, tomar decisiones en las que son necesarios diferentes niveles de acuerdo, especialmente cuando se trata del acceso a recursos computacionales compartidos y el sistema debe autorregular la forma de dicha compartición.

Es especialmente significativo el caso del acceso a las llamadas regiones críticas de memoria por parte de distintos procesos, que pueden estar operando en equipos distribuidos,

donde el acceso a las regiones críticas debe hacerse en la modalidad de acceso exclusivo y con el consentimiento de los demás procesos del grupo.

Ejemplos de lo mencionado se encuentran en [1] y [2], donde se describen los principales algoritmos de sincronización en sistemas distribuidos, en [3], donde se presenta una solución eficiente y tolerante a fallas para el problema de la exclusión mutua distribuida, en [4], [5] y en [6], donde se presentan unos algoritmos para gestionar la exclusión mutua en redes de computadoras, en [7], donde se describen los principales algoritmos de sincronización en sistemas distribuidos, en [8], donde se detallan los principales algoritmos para la gestión distribuida de procesos, los estados globales distribuidos y la exclusión mutua distribuida. Estos temas y otros relacionados también han sido tratados en [9], [10], etc.

Los modelos de decisión disponibles en la actualidad y generalmente aplicables en los sistemas distribuidos se basan en algoritmos de intercambio de permisos que intentan lograr un acuerdo de todos los procesos intervinientes para realizar determinadas acciones, como el acceso a un área de memoria compartida a la que se debe acceder en la modalidad de exclusión mutua.

En los sistemas computacionales de procesamiento distribuido es frecuentemente necesario que los procesos que actúan en grupos deban tomar decisiones basados en el acuerdo; dichos procesos podrán operar en un mismo equipo informático o en varios equipos distribuidos interconectados; las decisiones para las cuales deben alcanzar algún nivel de acuerdo pueden estar relacionadas con la realización de determinada actividad que no requiera el uso de recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua, o con la realización de determinada actividad que sí requiera el uso de recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua, para lo cual

generalmente las exigencias de niveles de acuerdo son mayores que para el caso anterior, pudiendo darse además que los procesos integren grupos que requieran (o no) sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso de tiempo).

Los principios de la cibernética de segundo orden, los sistemas complejos y la autorregulación, posibilitan desarrollar modelos de decisión desde la óptica cognitiva para la toma de decisiones en grupos de procesos, que trasciendan el enfoque tradicional de las ciencias de la computación considerando la posibilidad de imputación de datos faltantes y la fuzzyficación de ciertas variables, utilizando la familia de operadores OWA, generando operadores específicos para cada uno de los siguientes tipos de situaciones:

- Que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua sin constituir grupos de procesos que requieran sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso) y con exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso.
- Que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua sin constituir grupos de procesos que requieran sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso) y sin exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso.
- Que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua constituyendo grupos de procesos que requieren sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso) y con exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso.
- Que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua constituyendo grupos de procesos que requieren sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso) y sin exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso.

Líneas de Investigación y Desarrollo

Se considera especialmente importante estudiar la aplicación de modelos de decisión para la toma de decisiones en grupo que se desprendan de conceptos cognitivos de la cibernética en general y de la cibernética de segundo orden en particular, en el contexto de sistemas complejos autorregulados.

Se estima de gran importancia estudiar los mecanismos de autorregulación de los sistemas, especialmente de los sistemas complejos, en el contexto de la cibernética de segundo orden, a los efectos de su posterior incorporación en el desarrollo de modelos de decisión aplicables a procesos distribuidos que deben tomar decisiones en grupo respecto del uso de recursos compartidos, con requisitos de sincronización. Se considera en tal sentido que dichos grupos de procesos mejorarían su desempeño mediante los modelos de decisión que se tiene previsto desarrollar incorporando mecanismos de autorregulación y conceptos de la cibernética de segundo orden en el proceso de toma de decisiones. Se pretende generar nuevos modelos de toma de decisiones en grupos de procesos distribuidos, contemplando además la aplicación de métodos de imputación de datos para aquellos casos de datos faltantes, por ejemplo, como consecuencia de problemas en las comunicaciones entre los procesos, y fuzzyficación de variables para dar soporte a situaciones donde no es posible o conveniente expresar valores exactos.

Habrà que desarrollar, por lo tanto, los modelos de decisión para la toma de decisiones en grupos de procesos, para los siguientes tipos de situaciones: a) que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua sin constituir grupos de procesos que requieran sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso de tiempo) y con exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso; b) que los procesos accedan a recursos

compartidos en la modalidad de exclusión mutua sin constituir grupos de procesos que requieran sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso de tiempo) y sin exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso; c) que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua constituyendo grupos de procesos que requieren sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso de tiempo) y con exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso; d) que los procesos accedan a recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua constituyendo grupos de procesos que requieren sincronización (estar activos en sus respectivos procesadores en un mismo lapso de tiempo) y sin exigencias estrictas de consenso para lograr el acceso.

Atento a lo indicado precedentemente, y además de las diferencias cualitativas que presentarán los diferentes algoritmos, es necesario evaluar su comportamiento mediante un simulador de cargas de trabajo, el que tendrá que ser desarrollado para simular el comportamiento de los diferentes algoritmos para diferentes cargas de trabajo.

Como consecuencia del análisis, podría ser necesario modificar los modelos de decisión propuestos, lo cual iniciaría un nuevo ciclo de validaciones.

Resultado Esperados

Definir teóricamente los modelos de decisión mencionados, proceder a la validación de estos comparando sus prestaciones con las de los modelos de las ciencias de la computación habitualmente utilizados en los sistemas operativos, para lo cual se desarrollará un simulador específico.

En el marco del PI se ha realizado una publicación relacionada con un nuevo método para la selección de recursos en la nube [11] y

se ha desarrollado una primera versión del simulador, que se describe en [12].

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está compuesto por un Doctor, dos Magisters, una Licenciada en Sistemas de Información, una Ingeniera de Sistemas y un estudiante avanzado en condición de adscripto al proyecto.

Referencias

- [1] Tanenbaum, A. S. *Sistemas Operativos Distribuidos*. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México. 1996.
- [2] Tanenbaum, A. S. *Sistemas Operativos Modernos*. 3ra. Edición. Pearson Educación S. A. México. 2009.
- [3] Agrawal, D. y El Abbadi, A. An Efficient and Fault-Tolerant Solution of Distributed Mutual Exclusion. *ACM Trans. on Computer Systems*. Vol. 9. Pp. 1-20. USA. 1991.
- [4] Ricart, G. y Agrawala, A.K. An Optimal Algorithm for Mutual Exclusion in Computer Networks. *Commun. of the ACM*. Vol. 24. Pp. 9-17. 1981.
- [5] Cao, G. and Singhal, M. A Delay-Optimal Quorum-Based Mutual Exclusion Algorithm for Distributed Systems. *IEEE Transactions on Parallel And Distributed Systems*. Vol. 12, no. 12. Pp. 1256-1268. USA. 2001.
- [6] Lodha, S. and Kshemkalyani, A. A Fair Distributed Mutual Exclusion Algorithm. *IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems*. Vol. 11. N° 6. Pp. 537-549. USA. 2000.
- [7] La Red Martínez, D.L. *Sistemas Operativos*. EUDENE. Argentina. 2004
- [8] Stallings, W. *Sistemas Operativos*. 5ta. Edición. Pearson Educación S.A. España. 2005.
- [9] Joshi, R., Holzmann, G. J. A Mini-Challenge: Build a Verifiable Filesystem, *Formal Aspects of Computing*, Vol. 19. 2007.

[10] Alagarsamy, K. Some Myths About Famous Mutual Exclusion Algorithms. ACM SIGACT News 34 (3): 94–103. 2003.

[11] Haurech, H.R.; La Red Martínez, D. L. The Analytic Hierarchy Process as a Method for the Selection of Resources in the Cloud., en F. V. Cipolla-Ficarra (Ed.), Handbook of Research on Software Quality Innovation in Interactive Systems. Hershey; ISSN N° 2327-3453; PA, USA: IGI Global Engineering Science Reference; 2021.

[12] D. L. la Red Martínez, F. Agostini, J. C. Acosta, S. Gerzel, L. Latyn; “Simulador para la evaluación de algoritmos para la gestión de recursos compartidos en sistemas distribuidos”; Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI); ISSN: 2387-0893; Barcelona, España (Aceptado por el editor y en etapa de evaluación externa, aún no publicado).